

CHARGED FILTER AND MASK USING THE SAME

Patent number: JP2002316010
Publication date: 2002-10-29
Inventor: SUZUKI YOSHIHIRO; TAKEUCHI MASAMITSU
Applicant: JAPAN VILENE CO LTD
Classification:
- International: *A62B18/02; B01D39/14; B03C3/28; B32B5/26; B32B7/02; D04H1/42; D04H3/16; F24F7/013; A62B18/00; B01D39/14; B03C3/00; B32B5/22; B32B7/02; D04H1/42; D04H3/16; F24F7/013; (IPC1-7): B01D39/14; A62B18/02; B03C3/28; B32B5/26; B32B7/02; D04H1/42; D04H3/16; F24F7/013*
- european:
Application number: JP20010122641 20010420
Priority number(s): JP20010122641 20010420

Report a data error here

Abstract of JP2002316010

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a charged filter which has high collection efficiency continuously and is low in the initial pressure drop. **SOLUTION:** This charged filter is constituted by laminating a prefilter layer, main filter layer and a backup filter layer, the prefilter layer comprises charged nonwoven fabric of weight per unit area of 40-120 g/m² in which the fibers of averaged size 1-6 dtex are entangled, the main filter layer comprises charged nonwoven fabric which consists of fibers of averaged fiber diameter $\leq 10 \mu\text{m}$, the backup filter layer comprises charged nonwoven fabric of weight per unit area of 100-300 g/m² in which the fibers of averaged size 1-6 dtex are entangled and the weight per unit area of the backup filter layer is larger than the weight per unit area of the prefilter layer.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-316010

(P2002-316010A)

(43) 公開日 平成14年10月29日 (2002. 10. 29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
B 0 1 D 39/14		B 0 1 D 39/14	E 2 E 1 8 5
A 6 2 B 18/02		A 6 2 B 18/02	B 4 D 0 1 9
B 0 3 C 3/28		B 0 3 C 3/28	4 D 0 5 4
B 3 2 B 5/26		B 3 2 B 5/26	4 F 1 0 0
7/02	1 0 4	7/02	1 0 4 4 L 0 4 7
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-122641 (P2001-122641)

(22) 出願日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(71) 出願人 000229542

日本バイリーン株式会社

東京都千代田区外神田2丁目14番5号

(72) 発明者 鈴木 美浩

茨城県猿島郡総和町大字北利根7番地 日

本バイリーン株式会社内

(72) 発明者 竹内 政実

茨城県猿島郡総和町大字北利根7番地 日

本バイリーン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 帯電フィルタ及びそれを用いたマスク

(57) 【要約】

【課題】 高い捕集効率が継続して得られ、かつ初期の圧力損失の低い帯電型フィルタを提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明の帯電フィルタは、プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層とが積層された帯電フィルタであって、前記プレフィルタ層は平均繊維度1～6 d t e x の繊維が絡合された単位面積当たりの質量40～120 g/m² の帯電不織布からなり、前記メインフィルタ層は平均繊維径10 μm以下の繊維からなる帯電不織布からなり、前記バックアップフィルタ層は平均繊維度1～6 d t e x の繊維が絡合された単位面積当たりの質量100～300 g/m² である帯電不織布からなり、バックアップフィルタ層の単位面積当たりの質量がプレフィルタ層の単位面積当たりの質量よりも大きい。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層とが積層された帯電フィルタにおいて、前記プレフィルタ層は平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $40 \sim 120 \text{ g/m}^2$ の帯電不織布からなり、前記メインフィルタ層は平均繊維径 $10 \mu\text{m}$ 以下の繊維からなる帯電不織布からなり、前記バックアップフィルタ層は平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $100 \sim 300 \text{ g/m}^2$ である帯電不織布からなり、バックアップフィルタ層の単位面積当たりの質量がプレフィルタ層の単位面積当たりの質量よりも大きいことを特徴とする帯電フィルタ。

【請求項 2】 前記バックアップフィルタ層がポリオレフィン系繊維とアクリル系繊維とを含む帯電不織布からなることを特徴とする請求項 1 に記載の帯電フィルタ。

【請求項 3】 前記バックアップフィルタ層の単位面積当たりの質量が $120 \sim 220 \text{ g/m}^2$ であることを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれかに記載の帯電フィルタ。

【請求項 4】 前記バックアップフィルタ層が補強シートによって補強されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の帯電フィルタ。

【請求項 5】 前記プレフィルタ層の単位面積当たりの質量が $50 \sim 100 \text{ g/m}^2$ であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の帯電フィルタ。

【請求項 6】 前記プレフィルタ層の構成繊維が水流によって絡合されていることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の帯電フィルタ。

【請求項 7】 前記プレフィルタ層がポリオレフィン系繊維とアクリル系繊維とを含む帯電不織布からなることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の帯電フィルタ。

【請求項 8】 前記メインフィルタ層がメルトブロー不織布であることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の帯電フィルタ。

【請求項 9】 プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層とが部分的に接合されていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の帯電フィルタ。

【請求項 10】 請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の帯電フィルタがカップ状に成形された不織布と積層されていることを特徴とするマスク。

【請求項 11】 帯電フィルタとカップ状に成形された不織布とが部分的に接合されていることを特徴とする請求項 10 に記載のマスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、マスク、呼吸用保護具用フィルタ、空調機器用フィルタなどに用いられ

るエアフィルタに関するものであって、特に、プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層との積層構造を有し、圧力損失が低く、安定した高い捕集効率を有した帯電フィルタ及びそれを用いたマスクに関する。

【0002】

【従来技術】 空気中のじん埃を捕集するため、様々なエアフィルタが用いられているのは周知の通りである。このようなエアフィルタには、圧力損失が低く、しかもじん埃の捕集効率が可能な限り高いことが望まれており、種々の技術が提案されてきた。中でも比較的精密な空ろ過を期待される用途においては、じん埃の大部分をプレフィルタ層で捕集し、そのろ過空気下流側に配置され、しかも極めて捕集効率性能の高い素材として構成されたメインフィルタ層の目詰まりを遅らせる構造が採用されている。このような 2 種類の機能を組み合わせたフィルタの構造例として、例えばプレフィルタ層には比較的嵩高い布帛を用い、メインフィルタ層には嵩の低い緻密な布帛を配したものが知られている。また、構成繊維を帯電させ、じん埃を静電的な作用によって捕集することにより、高い捕集効率を得、圧力損失を下げる技術も周知である。

【0003】 このような 2 種類の機能を組み合わせたフィルタの構造例として、実用新案登録第 2574670 号公報には、プレフィルタ層にポリオレフィン系繊維からなるエレクトレット化された水流絡合不織布を、メインフィルタ層にメルトブロー不織布からなる帯電型フィルタを採用したものが開示されている。また、特開 2000-189732 号公報には、プレフィルタ層にポリオレフィン系繊維とアクリル繊維からなる摩擦帯電型フィルタを、メインフィルタ層にメルトブロー不織布からなる帯電型フィルタを採用したものが開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一般に帯電フィルタにおいては、粒子捕集が進むにつれて電荷が中和されて粒子捕集効率が一度低下し、その後フィルタの目詰まりにより上昇することが知られている。この傾向は単位時間当たりの通過空気量が大きいほど顕著に現れ、最も低下した粒子捕集効率である最低粒子捕集効率が低い値を示す。すなわち、繊維密度の低い帯電フィルタほど最低粒子捕集効率が低くなりやすい。上記従来技術の帯電フィルタでは、メインフィルタ層に対して相対的にプレフィルタ層の単位面積当たりの質量を高めると、比較的低い圧力損失で望まれる初期の捕集効率が得られるが、粒子捕集に伴う捕集効率の低下が大きく、最低粒子捕集効率が低くなるという問題があった。また、これを改善するためにプレフィルタ層の単位面積当たりの質量を小さくすると、捕集効率の低下幅は小さくなるが、とくに捕集すべき粒子の粒径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の微粒子の場合に帯電フィルタ全体での粒子の捕集能力が低下し、初期の捕

集効率自体が低下するという問題があった。一方、ここで初期の捕集効率を高めるためにメインフィルタ層の単位面積当たりの質量を大きくすると、圧力損失が著しく上昇するので、マスクなどのエアフィルターとして使用するには好ましくなかった。

【0005】この出願発明は上記従来技術の問題点を解消するべくなされたものであり、高い捕集効率が継続して得られ、且つ初期の圧力損失の低い帯電型フィルタ及びそれを用いたマスクを提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決する手段】この課題を解決するため、この出願発明の帯電エアフィルタの構成によれば、プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層とが積層された帯電フィルタにおいて、前記プレフィルタ層は平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $40 \sim 120 \text{ g/m}^2$ の帯電不織布からなり、前記メインフィルタ層は平均繊維径 $10 \mu\text{m}$ 以下の繊維からなる帯電不織布からなり、前記バックアップフィルタ層は平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $100 \sim 300 \text{ g/m}^2$ である帯電不織布からなり、バックアップフィルタ層の単位面積当たりの質量がプレフィルタ層の単位面積当たりの質量よりも大きいことを特徴としている。また、この出願発明のマスクの構成によれば、上記帯電フィルタがカップ状に成形された不織布と積層されていることを特徴としている。

【0007】

【発明の形態】以下、本発明の実施に好適な態様につき説明する。上述したように、本発明の特徴は、平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $40 \sim 120 \text{ g/m}^2$ の帯電不織布からなるプレフィルタ層と、平均繊維径 $10 \mu\text{m}$ 以下である帯電不織布からなるメインフィルタ層と、平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $100 \sim 300 \text{ g/m}^2$ の帯電不織布からなるバックアップフィルタ層とを積層したものであり、バックアップフィルタ層の単位面積当たりの質量がプレフィルタ層の単位面積当たりの質量よりも大きいことにある。

【0008】尚、本明細書では、プレフィルタ層とメインフィルタ層及びバックアップフィルタ層を1層ずつ重ねて構成した場合を中心に説明しているが、本発明は、係る層構造にのみ限定されるものではない。例えば、プレフィルタ層やバックアップフィルタ層の毛羽立ちを防ぐためや印刷性を向上させるためにスパンボンド不織布などからなるカバー材を最外層に配し、プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層を具える4または5層構造としたもの、あるいはカップ形状等に成形された不織布を最外層若しくはプレフィルタ層とメインフィルタ層との間、若しくはメインフィルタ層とバックアップフィルタ層との間に配し、プレフィルタ層と

メインフィルタ層とバックアップフィルタ層を具える4層構造とした防じんマスクや成形フィルタ、あるいは脱臭性能や抗菌性を有する機能性材料を最外層若しくはプレフィルタ層とメインフィルタ層との間、若しくはメインフィルタ層とバックアップフィルタ層との間に配し、プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層を具える4層構造としたフィルタ、防じんマスク、吸収缶など、本発明の特徴となる3つのフィルタ層を含む構造であれば、任意好適な設計の変更及び変形を行うことができる。

10

【0009】この出願発明の帯電フィルタは、バックアップフィルタ層として平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $100 \sim 300 \text{ g/m}^2$ である、プレフィルタ層よりも単位面積当たりの質量が大きい帯電不織布を使用することによって、プレフィルタ層とメインフィルタ層に単位面積当たりの質量の小さい帯電不織布を使用した場合であっても、これらの層を通過した粒子を効率よく捕集できるので、帯電フィルタとして十分な捕集効率を得ることが可能となっている。結果として、プレフィルタ層を形成する帯電不織布の単位面積当たりの質量を小さくできるため、粒子捕集に伴う帯電フィルタの捕集効率の低下を防止して最低捕集効率を高く保つことができ、またメインフィルタ層を形成する帯電不織布の単位面積当たりの質量を小さくできるため、帯電フィルタの圧力損失を低く設計できると共に、粒子捕集に伴う帯電フィルタの圧力損失（通気抵抗）の上昇を押さえて使用寿命を長くすることができる。

20

【0010】まず、この出願発明の帯電フィルタを構成するプレフィルタ層に関して説明する。プレフィルタ層には平均繊維度 $1 \sim 6 \text{ d t e x}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $40 \sim 120 \text{ g/m}^2$ の帯電不織布が用いられる。平均繊維度が上記範囲にあると、繊維をニードルパンチ法や水流絡合法などにより絡合することで適度に疎な構造を形成できるので、比較的粗い粒子をこの層で捕集してメインフィルタ層への負荷を軽減すると共に、粒子捕集に伴う圧力損失の上昇を押さえることができる。平均繊維径 $10 \mu\text{m}$ 以下の繊維を使用するメインフィルタ層との関係から、より高い効果を得るためにはプレフィルタ層に使用する繊維の平均繊維度は $1 \sim 4 \text{ d t e x}$ 、より好ましくは $1.5 \sim 3 \text{ d t e x}$ であることが望ましい。また、プレフィルタ層に使用する帯電不織布の単位面積当たりの質量が上記範囲にあると、メインフィルタ層への負荷を軽減し、粒子捕集に伴う圧力損失の上昇を押さえることに加えて、粒子捕集に伴う帯電性能の低下による捕集効率の低下を適度な範囲で止めることができ、帯電フィルタの最低捕集効率を高く維持することができる。これらの効果を得るために、とくに望ましいプレフィルタ層を形成する帯電不織布の単位面積当たりの質量は $50 \sim 100 \text{ g/m}^2$ である。なお、このよ

30

40

50

うな帯電フィルタの性能とプレフィルタ層を形成する帯電不織布の単位面積当たりの質量との関係は、粒子径が捕集されにくい0.05~0.5 μ mである粒子に対してや通過空気流速が大きい場合に顕著に現れる。

【0011】本発明に使用するプレフィルタ層の帯電不織布の帯電処理方法はとくに限定されないが、例えば、不織布を形成した後にコロナ放電処理などの帯電処理により電荷を加えてエレクトレット化する方法や、帯電させたフィルムを細かく引き裂いて繊維状にしたものを集積する方法や、不織布を形成する工程で生じる繊維間の摩擦を利用して帯電させる方法などが好適に使用できる。

【0012】また、プレフィルタ層の帯電不織布を構成する繊維の組成はとくに限定されるものではないが、採用する帯電処理方法に適した繊維を使用することが好ましい。例えば、コロナ放電処理で帯電処理する場合、使用する繊維はポリオレフィン系繊維などの抵抗が 10^{14} Ω 以上の樹脂からなるものが好適である。ポリオレフィン系繊維としては、例えば、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、酢酸ビニル共重合体樹脂、エチレン-プロピレン共重合体樹脂など、または、これら樹脂の一部をシアノ基やハロゲンで置換した樹脂などを単独若しくは複合して形成した繊維を用いることができる。さらに芯鞘型の複合繊維において、その鞘成分として上記ポリオレフィン系樹脂を備えていれば、芯成分に他の樹脂、例えばポリエステル樹脂やポリアミド樹脂などを用いてもよい。特に、繊維に使用するのに好ましい樹脂はポリプロピレン樹脂とポリエチレン樹脂である。また、本発明のプレフィルタ層である帯電不織布は、これらポリオレフィン系繊維のみによるのが好ましいが、他の樹脂成分を含んでいても良い。他の樹脂からなる繊維成分は、帯電不織布に占める重量比率で30%重量以下程度であれば、実質的に同等の効果を期待し得る。

【0013】また、コロナ放電処理で帯電処理する場合に使用する不織布の製法も限定はされず、例えば、ニードルパンチ法、水流絡合法、繊維接着法などが使用できる。これらの不織布は帯電処理前に水、温水又はアルコールなどによって、繊維表面に付着する繊維油剤などの帯電効果を阻害する添加剤を洗浄しておく、エレクトレット化されやすく帯電性能が向上するので良い。とくに水流絡合法で繊維を絡合した不織布は、絡合時に洗浄が同時に行えるので良い。洗浄により帯電を阻害する添加剤の繊維重量に占める割合が0.2重量%以下、好ましくは0.15重量%以下になると、コロナ放電処理などにより帯電性能に優れた帯電不織布が得られる。

【0014】一方、繊維間の摩擦を利用して帯電処理する場合、使用する繊維は限定されるものではないが、ポリオレフィン系繊維とアクリル系繊維とが混綿されたものが帯電されやすく好適である。このうち、ポリオレフ

イン系繊維としては、例えば、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、酢酸ビニル共重合体樹脂、エチレン-プロピレン共重合体樹脂など、または、これら樹脂の一部をシアノ基やハロゲンで置換した樹脂などを単独若しくは複合して形成した繊維を用いることができる。さらに芯鞘型の複合繊維において、その鞘成分として上記ポリオレフィン系樹脂を備えていれば、芯成分に他の樹脂、例えばポリエステル樹脂やポリアミド樹脂などを用いてもよい。特に、繊維に使用するのに好ましい樹脂はポリプロピレン樹脂とポリエチレン樹脂である。また、ポリオレフィン系繊維にリン系酸化防止剤及びイオウ系酸化防止剤が含まれていると、より高い帯電性能が得られるので良い。

【0015】アクリル系繊維としては、例えば、モダアクリルやポリアクリロニトリルなどの樹脂を単独若しくは複合して形成した繊維を用いることができる。このうち、とくに硝酸、塩化亜鉛水溶液、塩化カルシウム水溶液、ロダン塩（チオシアン酸ナトリウム、チオシアン酸カリウム、チオシアン酸カルシウム）水溶液などの無機系溶媒を用いて紡糸したポリアクリロニトリル系のアクリル系繊維を使用すると、帯電能力の低下を抑制し、捕集効率の低下を起しにくい帯電不織布が得られるので良い。これら無機系溶媒によって紡糸された市販のアクリル系繊維としては、「ベスロン」（東邦レーヨン（株）製、商品名）、「カシミロン」（旭化成工業（株）製、商品名）、「エクスラン」（日本エクスラン工業（株）、商品名）、「クレスラン」（米国American Cyanamid Co.製、商品名）、「ゼフラン」（米国The Dow Chemical Co.製、商品名）、「コーテン」（英国Courtaulds Co.製、商品名）などが挙げられる。これら無機系溶媒によって紡糸調製されたアクリル系繊維の使用と優れた粒子捕集効率を実現し得る効果との因果関係は明らかではない。しかしながら、モダアクリル系繊維や有機系溶媒で紡糸調製されたポリアクリロニトリル系繊維の殆どは、くびれた異形断面を持ち、上述した無機系溶媒紡糸で調製されたポリアクリロニトリル系繊維の殆どが略円断面を有することから、この略円形の繊維断面が摩擦帯電後の帯電状態などに有利に作用していると考えられる。

【0016】ポリオレフィン系繊維とアクリル系繊維との重量混合比は、摩擦による帯電効率を確保するために30~70~80:20の範囲内とするのが好適である。帯電不織布は、これらポリオレフィン系繊維及びアクリル系繊維のみによるのが好ましいが、これに限定されるものではなく、この他の樹脂からなる繊維成分は、帯電不織布に占める重量比率で30重量%以下程度であれば、実質的に同等の効果を期待し得る。

【0017】とくに上記繊維は、摩擦帯電処理前に帯電効果を阻害する添加剤（繊維油剤等）の繊維重量に占め

る割合が 0.2 重量%以下、好ましくは 0.15 重量%以下にしておくことが望ましく、例えば、繊維を所定の配合比に開繊・混合した後、温水やアルコールなどで洗浄することが望ましい。また、繊維の摩擦帯電処理は、例えば、カード機などのウェブ形成装置にかけることによりウェブ形成と同時に摩擦帯電させるか、または繊維ウェブ層をニードルパンチ法により絡合させる際に摩擦帯電させることが望ましい。この方法では不織布形成の後に洗浄し、更に後工程としてコロナ放電処理などの帯電処理を行う必要がなく、またコロナ放電処理よりも高い捕集効率が得られる。

【0018】なお、上記した帯電不織布はスパンボンド不織布などの不織布や、ネット、織物、編み物などの補強材によって補強してもよい。補強材は不織布の製造工程において、例えば、ウェブ形成工程などで帯電した繊維ウェブと積層し、水流絡合、ニードルパンチなどの絡合手段または接着手段により一体化される。補強材と一体化させることで、その後の工程における帯電不織布の形態安定性が増すと共に、得られた帯電不織布の強度も向上し、取り扱いやすくなる。とくに、補強材には圧力損失が低く、強度のあるものを使用することが望ましい。また、とくに補強材には帯電特性を劣化させる界面活性剤等を付着していないスパンボンド不織布等が望ましい。なお、補強材は実質的に帯電されていないため、特許請求の範囲に規定するプレフィルタ層を構成する帯電不織布の単位面積当たりの質量には含めないものとする。

【0019】プレフィルタ層に使用する帯電不織布として、例えば、水流絡合法により形成された不織布を使用するとフィルタ表面の耐摩耗性や印刷特性に優れる。一方、ニードルパンチ法により形成された帯電不織布を使用すると、嵩高く、プレフィルタとしての濾材性能に優れたものとなる。また、絡合工程の特性を考慮すると、不織布の単位面積当たりの質量は、水流絡合法の場合は $40 \sim 80 \text{ g/m}^2$ とするのが好ましく、ニードルパンチ法の場合は $80 \sim 120 \text{ g/m}^2$ とするのが好ましい。

【0020】次に、本発明のメインフィルタ層を構成する帯電不織布に関して説明する。メインフィルタ層は平均繊維径 $10 \mu\text{m}$ 以下の繊維からなる帯電不織布からなる。メインフィルタ層を構成する繊維は細いため、不織布は緻密な構造を持ち、しかも帯電しているため、 $0.5 \sim 0.05 \mu\text{m}$ の微小な粒子も高い捕集効率で捕集することができる。微小な粒子を高い捕集効率で捕集するためには平均繊維径はより細い方が望ましく、 $8 \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $6 \mu\text{m}$ 以下が良い。ただし、あまり繊維が細くなりすぎると、圧力損失が大きくなり、使用寿命も短くなるため平均繊維径は $1 \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $2 \mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。

【0021】メインフィルタ層の帯電不織布を構成する

繊維の樹脂組成はとくに限定されないが、帯電処理によりエレクトレット化されやすいように体積固有抵抗が $10^{14} \Omega$ 以上の樹脂からなるものが好適である。とくに、ポリオレフィン系樹脂を主体とするポリオレフィン系繊維が望ましく、例えば、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、酢酸ビニル共重合体樹脂、エチレン-プロピレン共重合体樹脂など、または、これら樹脂の一部をシアノ基やハロゲンで置換した樹脂などを単独若しくは複合して形成した繊維を用いることができる。さらに芯鞘型の複合繊維において、その鞘成分として上記ポリオレフィン系樹脂を備えていれば、芯成分に他の樹脂、例えばポリエステル樹脂やポリアミド樹脂などを用いてもよい。また、微細な繊維を得るためにポリオレフィン系樹脂を少なくとも一成分として含む分割型複合繊維や、海島型複合繊維も適している。特に、繊維に使用するのに好ましい樹脂成分はポリプロピレン樹脂とポリエチレン樹脂である。なお、繊維には帯電性能を高めるためにヒンダードアミン系などの安定剤を添加しても良い。

【0022】メインフィルタ層に使用する不織布の製法はとくに限定されないが、細い繊維で構成する必要があるため、例えば、メルトブロー法、分割型複合繊維を用いた水流絡合法やニードルパンチ法、または海島型複合繊維を使用して不織布を形成した後に海成分を抽出する方法等が適している。とくにメルトブロー法は容易に生産条件によって平均繊維径がコントロールできるので好ましい。

【0023】また、メインフィルタ層に使用する不織布の単位面積当たりの質量は、十分な捕集効率を得るために 10 g/m^2 以上、より好ましくは 30 g/m^2 以上であることが好ましく、一方、圧力損失が大きくなりすぎないように、 120 g/m^2 以下、より好ましくは 100 g/m^2 以下であることが好ましい。

【0024】本発明に使用するメインフィルタ層の帯電不織布の帯電処理方法はとくに限定されないが、例えば、不織布を形成した後にコロナ放電処理などの帯電処理により電荷を加えてエレクトレット化する方法や、不織布の形成過程又は形成後に水流処理を施して摩擦により帯電する方法や、不織布を構成する繊維の形成時にコロナ放電処理などで帯電する方法がある。とくにメインフィルタ層の繊維は繊維径が細いため、繊維強度をそれほど必要としないコロナ放電処理による帯電処理が望ましい。

【0025】さらに、本発明のバックアップフィルタ層を構成する帯電型フィルタに関して説明する。バックアップフィルタ層には平均繊度 $1 \sim 6 \text{ d tex}$ の繊維が絡合された単位面積当たりの質量 $100 \sim 300 \text{ g/m}^2$ の帯電不織布が用いられる。平均繊度が上記範囲にあると、繊維をニードルパンチ法や水流絡合法などにより絡合することで適度に疎な構造を形成できるのでフィルタ

全体の圧力損失を保つことができ、一方、帯電させることにより、疎な構造であるにもかかわらず、メインフィルタ層を通過した粒子を捕集することができる。適度な圧力損失の範囲で十分な捕集効率を達成するためには、バックアップフィルタ層に使用する繊維の平均繊度は1～4 d t e x、より好ましくは1.5～3 d t e xであることが望ましい。また、繊維の単位面積当たりの質量は重要な要素であり、上記範囲よりも質量が小さいと十分な捕集効率が得にくくなり、上記範囲を越えると圧力損失が大きくなりすぎる。これらの点からより好ましい単位面積当たりの質量は120～220 g/m²である。

【0026】なお、本発明ではバックアップフィルタ層の帯電不織布の単位面積当たりの質量は、プレフィルタ層の帯電不織布の単位面積当たりの質量よりも大きい。これは、バックアップフィルタ層の繊維量を大きくすることで、圧力損失の低い状態でプレフィルタ層やメインフィルタ層を通過する微粒子を効率良く捕集し、相対的にプレフィルタ層の繊維量を減らすことで、メインフィルタ層の目詰まりを意図的に早めて物理的濾過作用を早期に引き出し、粒子捕集による電荷の中和に伴う捕集効率の低下を早めに止めて、帯電フィルタ全体の粒子捕集時の最低捕集効率を引き上げるためである。このように設計すると帯電フィルタは、比較的低い圧力損失のもとで、その寿命がくるまでの長期にわたって高い捕集効率を維持した状態で使用できる。

【0027】本発明のバックアップフィルタ層に使用する不織布の製造方法はとくに限定されないが、上記のように比較的大きな単位面積当たりの質量のものを絡合する必要があるため、ニードルパンチ法が適している。また、バックアップフィルタ層の不織布の帯電処理方法はとくに限定されず、例えばコロナ放電処理方法や摩擦帯電処理方法が使用できるが、比較的大きな単位面積当たりの質量のものを帯電することを考慮すると摩擦帯電処理による方法がより好ましい。

【0028】帯電処理方法として摩擦帯電処理方法を使用する場合、使用する繊維は限定されるものではないが、ポリオレフィン系繊維とアクリル系繊維とが混綿されたものが帯電されやすく好適である。このうち、ポリオレフィン系繊維としては、例えば、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、酢酸ビニル共重合体樹脂、エチレン-プロピレン共重合体樹脂など、または、これら樹脂の一部をシアノ基やハロゲンで置換した樹脂などを単独若しくは複合して形成した繊維を用いることができる。さらに芯鞘型の複合繊維において、その鞘成分として上記ポリオレフィン系樹脂を備えていれば、芯成分に他の樹脂、例えばポリエステル樹脂やポリアミド樹脂などを用いてもよい。特に、繊維に使用するのに好ましい樹脂はポリプロピレン樹脂とポリエチレン樹脂である。また、

ポリオレフィン系繊維にリン系酸化防止剤及びイオウ系酸化防止剤が含まれていると、より高い帯電性能が得られるので良い。

【0029】アクリル系繊維としては、例えば、モダアクリルやポリアクリロニトリルなどの樹脂を単独若しくは複合して形成した繊維を用いることができる。このうち、とくに硝酸、塩化亜鉛水溶液、塩化カルシウム水溶液、ロダン塩（チオシアン酸ナトリウム、チオシアン酸カリウム、チオシアン酸カルシウム）水溶液などの無機系溶媒を用いて紡糸したポリアクリロニトリル系のアクリル系繊維を使用すると、帯電能力の低下を抑制し、捕集効率の低下を起こしにくい帯電不織布が得られるので良い。これら無機系溶媒によって紡糸された市販のアクリル系繊維としては、「ベスロン」（東邦レーヨン（株）製、商品名）、「カシミロン」（旭化成工業（株）製、商品名）、「エクスラン」（日本エクスラン工業（株）、商品名）、「クレスラン」（米国American Cyanamid Co. 製、商品名）、「ゼフラン」（米国The Dow Chemical Co. 製、商品名）、「コーテン」（英国Cortaulds Co. 製、商品名）などが挙げられる。これら無機系溶媒によって紡糸調製されたアクリル系繊維の使用と優れた粒子捕集効率を実現し得る効果との因果関係は明らかではない。しかしながら、モダアクリル系繊維や有機系溶媒で紡糸調製されたポリアクリロニトリル系繊維の殆どは、くびれた異形断面を持ち、上述した無機系溶媒紡糸で調製されたポリアクリロニトリル系繊維の殆どが略円断面を有することから、この略円形の繊維断面が摩擦帯電後の帯電状態などに有利に作用していると考えられる。

【0030】ポリオレフィン系繊維とアクリル系繊維との重量混合比は、摩擦による帯電効率を確保するために30～70～80：20の範囲内とするのが好適である。帯電不織布は、これらポリオレフィン系繊維及びアクリル系繊維のみによるのが好ましいが、これに限定されるものではなく、この他の樹脂からなる繊維成分は、帯電不織布に占める重量比率で30重量%以下程度であれば、実質的に同等の効果を期待し得る。

【0031】とくに上記繊維は、摩擦帯電処理前に帯電効果を阻害する添加剤（繊維油剤等）の繊維重量に占める割合が0.2重量%以下、好ましくは0.15重量%以下にしておくことが望ましく、例えば、繊維を所定の配合比に開繊・混合した後、温水やアルコールなどで洗浄することが望ましい。また、繊維の摩擦帯電処理は、例えば、カード機などのウェブ形成装置にかけることによりウェブ形成と同時に摩擦帯電させるか、または繊維ウェブ層をニードルパンチ法により絡合させる際に摩擦帯電させることが望ましい。この方法では不織布形成の後に洗浄し、更に後工程としてコロナ放電処理などの帯電処理を行う必要がなく、またコロナ放電処理よりも高い捕集効率を得られる。

【0032】なお、上記した帯電不織布はスパンボンド不織布などの不織布や、ネット、織物、編み物などの補強材によって補強してもよい。補強材は不織布の製造工程において、例えば、ウェブ形成工程などで帯電した繊維ウェブと積層し、水流絡合、ニードルパンチなどの絡合手段または接着手段により一体化される。補強材と一体化させることで、その後の工程における帯電不織布の形態安定性が増すと共に、得られた帯電不織布の強度も向上し、取り扱いやすくなる。とくに、補強材には圧力損失が低く、強度のあるものを使用することが望ましい。また、とくに補強材には帯電特性を劣化させる界面活性剤等を付着していないスパンボンド不織布等が望ましい。なお、補強材は実質的に帯電されていないため、特許請求の範囲に規定するバックアップフィルタ層を構成する帯電不織布の単位面積当たりの質量には含めないものとする。

【0033】本発明の帯電フィルタは、上述したプレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層を単に積層して使用してもよいが、接着剤や繊維接着などの接合手段などによって一体化されていると取扱いやすいので良い。ただし、接合範囲があまり広いとフィルタ性能を阻害するため、部分的に接合されていることが望ましい。また、接合箇所も帯電フィルタの周囲に設ける方がフィルタ性能を阻害しにくいので良い。例えば、フィルタの周囲に0.1～5mm幅の連続または不連続な線状の接合部を設けるのが好ましく、とくに0.5～3mm幅の連続または不連続な線状の接合部を設けるのが好ましい。また、繊維接着による接合は熱融着によって行っても良いが、全体に熱が加わると繊維に保持されている電荷が移動し、エレクトレット性能が低下する場合があるため、超音波融着などの手段がより好ましい。

【0034】本発明の帯電フィルタはマスク、空調機器用フィルタなどのエアフィルタに好適に使用できるが、例えば成形マスクなどに使用する場合には、口を含む顔面の一部を覆うようにカップ形状に成形された不織布と積層して使用することが望ましい。マスクの製造方法としては、例えば、成形された不織布上に本発明の帯電フィルタを積層し、必要に応じて更にその上に通気性のカバー材を積層して、周辺を縫製、接着などにより接合して製造しても良いし、成形された不織布上にバックアップフィルタ層、メインフィルタ層、プレフィルタ層を順次積層し、周辺を接合することにより製造しても良い。なお、成形された不織布と帯電フィルタとの位置を逆にして、成形された不織布の下に帯電フィルタを置き、マスクを製造しても良い。

【0035】

【実施例】以下、実施例について説明する。以下の実施例では、本発明の好適例としての帯電フィルタを調製し、粒子捕集効率を測定すると共に、圧力損失（吸気抵抗値）を測定評価した結果につき説明する。尚、以下の

実施例では、本発明の理解を容易とするため特定の数値条件などを例示して説明するが、本発明はこれら特定条件にのみ限定されるものではなく、本発明の目的の範囲内で任意好適な設計の変更及び変形を行うことができる。

【0036】粒子捕集効率と圧力損失（吸気抵抗値）の測定は、防じんマスクに適用されている「防じんマスクの規格」（平成12年9月11日労働省告示第88号）第6条に記載されている試験方法に準じて行った。ここにはNaCl粒子による方法とフタル酸ジオクチルのミストによる方法とが記載されているが、本発明ではNaCl粒子による方法で評価した。形状が平面状である帯電フィルタに関しては粒子の通過部分が直径85mmの円形となるように裁断して測定サンプルとし、カップ形状に成形されたマスクに関してはそれ自体を測定サンプルとした。帯電フィルタは直径85mmの円形サンプルを2枚規定の測定装置に装着し、マスクは1枚だけ測定装置に装着した。粒子には粒径分布の中央値が0.06～0.10 μ mで、その幾何標準偏差が1.8以下であるNaCl粒子を使用し、粒子濃度が50g/m³以下、その変動が±15%で、試験流量を毎分85リットルとして、NaCl粒子を含有する空気を測定サンプル上流から供給した。粉じん供給量が100mgになるまで、測定サンプル上流側と下流側で粒子濃度を光散乱式粉じん濃度計で測定した。この測定結果から各粒子供給量における粒子捕集効率を求め、粒子捕集効率の経時的变化として記録した。また、同時に各測定点での流量40LPM時の圧力損失を微差圧計で測定し、各粒子捕集量における圧力損失を求め、圧力損失（吸気抵抗値）の経時的变化として記録した。

【0037】実施例1

ポリプロピレン繊維（チッソポリプロ（株）製RP013（商品名）繊維2.2d tex、繊維長50mm）をカード機によってウェブとし、15MPaの水圧で水流絡合させた後、コロナ放電処理（直流電圧15kV）により帯電させて厚さ0.55mm、単位面積当たりの質量50g/m²の帯電不織布を得、これをプレフィルタ層とした。ついで、メルトブロー法により平均繊維径4 μ m、単位面積当たりの質量50g/m²のポリプロピレン製不織布を作成し、コロナ放電処理（直流電圧15kV）により帯電させて帯電不織布を得、これをメインフィルタ層とした。さらにポリプロピレン繊維（大和紡績（株）製PN（商品名）、繊維2.2d tex、繊維長51mm）とアクリル繊維（東邦レーヨン（株）製ベスロンW241B（商品名）、繊維2.2d tex、繊維長51mm）とを4：6の割合で混綿したのち、水温60℃の水で洗浄し、乾燥させ、繊維に付着する繊維油剤の量を繊維質量に対して0.08%とした。この繊維をカード機によってウェブとするのと同時に摩擦帯電させ、これを三井化学製ポリプロピレンスパンボンド不織

布（商品名シンテックスPK103、単位面積当たりの質量 15 g/m^2 ）と積層し、ニードルパンチを施し、厚さ 2.1 mm 、単位面積当たりの質量 165 g/m^2 の帯電不織布を得、これをバックアップフィルタ層とした。上記のプレフィルタ層、メインフィルタ層、バックアップフィルタ層を順次積層して、帯電フィルタを得た。この帯電フィルタの粒子捕集効率と圧力損失を測定し、その結果を図1、2に示した。この帯電フィルタは捕集効率に優れたものであった。

【0038】比較例1

ポリプロピレン繊維（チッソポリプロ（株）製RP013（商品名）繊維度2.2tex、繊維長50mm）をカード機によってウェブとし、 15 MPa の水圧で水流絡合させた後、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて厚さ 1.8 mm 、単位面積当たりの質量 200 g/m^2 の帯電不織布を得、これをプレフィルタ層とした。ついで、メルトブロー法により平均繊維径 $4\text{ }\mu\text{m}$ 、単位面積当たりの質量 50 g/m^2 のポリプロピレン製不織布を作成し、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて帯電不織布を得、これをメインフィルタ層とした。上記のプレフィルタ層、メインフィルタ層を積層して、帯電フィルタを得た。この帯電フィルタの粒子捕集効率と圧力損失を測定し、その結果を図1、2に示した。この帯電フィルタは実施例1の帯電フィルタのようにバックアップフィルタ層を使用せず、バックアップフィルタ層分の実質的に帯電している繊維量 150 g/m^2 をプレフィルタ層に移動させた例であるが、捕集効率が実施例1の帯電フィルタに比べて著しく劣ったものであった。

【0039】比較例2

ポリプロピレン繊維（チッソポリプロ（株）製RP013（商品名）繊維度2.2tex、繊維長50mm）をカード機によってウェブとし、 15 MPa の水圧で水流絡合させた後、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて厚さ 0.55 mm 、単位面積当たりの質量 50 g/m^2 の帯電不織布を得、これをプレフィルタ層とした。ついで、メルトブロー法により平均繊維径 $4\text{ }\mu\text{m}$ 、単位面積当たりの質量 100 g/m^2 のポリプロピレン製不織布を作成し、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて帯電不織布を得、これをメインフィルタ層とした。上記のプレフィルタ層、メインフィルタ層を積層して、帯電フィルタを得た。この帯電フィルタの粒子捕集効率と圧力損失を測定し、その結果を図1、2に示した。この帯電フィルタは実施例1の帯電フィルタのようにバックアップフィルタ層を使用せず、メインフィルタ層の繊維量を倍にして捕集能力を高めたものであるが、実施例1の帯電フィルタに比べて捕集効率が劣っているにもかかわらず、圧力損失は実施例1よりも高かった。

【0040】比較例3

ポリプロピレン繊維（チッソポリプロ（株）製RP013（商品名）繊維度2.2tex、繊維長50mm）をカード機によってウェブとし、 15 MPa の水圧で水流絡合させた後、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて厚さ 1.1 mm 、単位面積当たりの質量 100 g/m^2 の帯電不織布を得、これをプレフィルタ層とした。ついで、メルトブロー法により平均繊維径 $4\text{ }\mu\text{m}$ 、単位面積当たりの質量 50 g/m^2 のポリプロピレン製不織布を作成し、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて帯電不織布を得、これをメインフィルタ層とした。さらにポリプロピレン繊維（チッソポリプロ（株）製RP013（商品名）繊維度2.2tex、繊維長50mm）をカード機によってウェブとし、 15 MPa の水圧で水流絡合させた後、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて厚さ 1.1 mm 、単位面積当たりの質量 100 g/m^2 の帯電不織布を得、これをバックアップフィルタ層とした。上記のプレフィルタ層、メインフィルタ層、バックアップフィルタ層を順次積層して、帯電フィルタを得た。この帯電フィルタの粒子捕集効率と圧力損失を測定し、その結果を図1、2に示した。この帯電フィルタはプレフィルタ層とバックアップフィルタ層に同じ単位面積当たりの質量 100 g/m^2 の帯電不織布を使用したものであるが、実施例1の帯電フィルタと比較して圧力損失は大きな差がないが、捕集効率の点で劣っており、粒子捕集の経時に伴う捕集効率の低下が見られた。

【0041】比較例4

ポリプロピレン繊維（チッソポリプロ（株）製RP013（商品名）繊維度2.2tex、繊維長50mm）をカード機によってウェブとし、 15 MPa の水圧で水流絡合させた後、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて厚さ 1.4 mm 、単位面積当たりの質量 150 g/m^2 の帯電不織布を得、これをプレフィルタ層とした。ついで、メルトブロー法により平均繊維径 $4\text{ }\mu\text{m}$ 、単位面積当たりの質量 50 g/m^2 のポリプロピレン製不織布を作成し、コロナ放電処理（直流電圧 15 kV ）により帯電させて帯電不織布を得、これをメインフィルタ層とした。さらにポリプロピレン繊維（大和紡績（株）製PN（商品名）、繊維度2.2tex、繊維長 51 mm ）とアクリル繊維（東邦レーヨン（株）製ベスロンW241B（商品名）、繊維度2.2tex、繊維長 51 mm ）とを4:6の割合で混綿したのち、水温 60°C の水で洗浄し、乾燥させ、繊維に付着する繊維油剤の量を繊維質量に対して 0.08% とした。この繊維をカード機によってウェブとするのと同時に摩擦帯電させ、これを三井化学製ポリプロピレンスパンボンド不織布（商品名シンテックスPK103、単位面積当たりの質量 15 g/m^2 ）と積層し、ニードルパンチを施し、厚さ 1.5 mm 、単位面積当たりの質量 85 g/m^2 の帯電不織布を得、これをバックアップフィルタ層とし

た。上記のプレフィルタ層、メインフィルタ層、バックアップフィルタ層を順次積層して、帯電フィルタを得た。この帯電フィルタの粒子捕集効率と圧力損失を測定し、その結果を図1、2に示した。この帯電フィルタは実施例1の帯電フィルタとは逆にバックアップフィルタ層よりもプレフィルタ層の単位面積当たりの質量を大きくしたものであるが、捕集効率、とくに最低捕集効率の値が低いものであった。

【0042】実施例2

摩擦帯電させるポリプロピレン繊維とアクリル繊維の量を 30 g/m^2 増やして厚さ2.3mm、単位面積当たりの質量 195 g/m^2 の帯電不織布（スパンボンド不織布 15 g/m^2 を含む）からなるバックアップフィルタ層を使用したこと以外は、実施例1と同様にして帯電フィルタを得た。この帯電フィルタの粒子捕集効率と圧力損失を測定し、その結果を図3、4に示した。得られた帯電フィルタは、実施例1に比べて圧力損失の上昇が大きかったが、粒子捕集の間、常に捕集効率が99.8～99.9%付近にあり、捕集能力に非常に優れていた。

【0043】実施例3

水流絡合処理の後、コロナ帯電処理した帯電不織布に代えて、以下の摩擦帯電不織布をプレフィルタ層に用いたこと以外は、実施例1と同様にして帯電フィルタを得た。摩擦帯電不織布は、まずポリプロピレン繊維（大和紡績（株）製PN（商品名）、繊維度2.2d tex、繊維長51mm）とアクリル繊維（東邦レーヨン（株）製ベスロンW241B（商品名）、繊維度2.2d tex、繊維長51mm）とを4：6の割合で混綿したのち、水温60℃の水で洗浄し、乾燥させ、繊維に付着する繊維油剤の量を繊維質量に対して0.08%とした。この繊維をカード機によってウェブとするのと同時に摩擦帯電させ、これを三井化学製ポリプロピレンスパンボンド不織布（商品名シンテックスPK103、単位面積当たりの質量 15 g/m^2 ）と積層し、ニードルパンチを施すことで、厚さ1.5mm、単位面積当たりの質量 85 g/m^2 の帯電不織布とした。この帯電フィルタの粒子捕集効率と圧力損失を測定し、その結果を図3、4に示した。得られた帯電フィルタは、実施例2の帯電フィルタには劣るものの、粒子を捕集していくにつれて実施例1よりも優れた捕集効率を有するものであった。

【0044】実施例4

実施例4として、実施例1の帯電フィルタを2組、プレフィルタ層、メインフィルタ層、バックアップフィルタ層、バックアップフィルタ層、メインフィルタ層、プレフィルタ層の順に重ね、サインカーブ状に超音波溶断すると共に、溶断部において各層間を融着接合し、これを溶断部と対向する辺のバックアップフィルタ層とバックアップフィルタ層間で広げ、カップ状の3層積層体帯電型フィルタを得た。一方、ポリエチレン／ポリプロピレ

ン型複合繊維（繊維度20デシテックス、繊維長102mm）とポリエチレン／ポリプロピレン型複合繊維（繊維度6.6デシテックス、繊維長102mm）、及びエチレン－酢酸ビニル共重合体／ポリプロピレン型複合繊維（繊維度3.3デシテックス、繊維長64mm）を45：45：10の割合で混綿し、針密度90本/cm²のニードルパンチを施し、130℃のオーブンで熱処理を行いシート化した。この不織布シートを150℃のオーブンで加熱した後、冷却された金型でプレスし、カップ状に成形した。前記のカップ状帯電フィルタを、バックアップフィルタ層側が接するように、このカップ状に成形された不織布シートと重ね、周囲を約3mm幅の連続線状に超音波溶着することにより、帯電フィルタの各層とカップ状に成形された不織布シートを一体化し、成形マスクを得た。この成形マスクの粒子捕集効率と圧力損失（吸気抵抗値）を測定し、その結果を図5、6に示した。この成形マスクは粒子の捕集能力に優れたものであった。

【0045】比較例5

実施例4において、カップ状帯電フィルタの上下を逆にして、すなわち、積層順序が成形マスクの外側からバックアップフィルタ層、メインフィルタ層、プレフィルタ層の順となるように、カップ状に成形された不織布シートと重ねたこと以外は、実施例4と同様にして成形マスクを得た。この成形マスクの粒子捕集効率と圧力損失（吸気抵抗値）を測定し、その結果を図5、6に示した。この成形マスクは実施例4の帯電フィルタの表裏を逆にしただけのものであるが、粒子供給量が増えて時間がたつにつれて粒子捕集効率が低下していった。

【0046】実施例5

実施例5として、実施例2の帯電フィルタを2組、プレフィルタ層、メインフィルタ層、バックアップフィルタ層、バックアップフィルタ層、メインフィルタ層、プレフィルタ層の順に重ね、サインカーブ状に超音波溶断すると共に、溶断部において各層間を融着接合し、これを溶断部と対向する辺のバックアップフィルタ層とバックアップフィルタ層の間で広げ、カップ状の3層積層体帯電型フィルタを得た。一方、ポリエチレン／ポリプロピレン型複合繊維（繊維度20デシテックス、繊維長102mm）とポリエチレン／ポリプロピレン型複合繊維（繊維度6.6デシテックス、繊維長102mm）、及びエチレン－酢酸ビニル共重合体／ポリプロピレン型複合繊維（繊維度3.3デシテックス、繊維長64mm）を45：45：10の割合で混綿し、針密度90本/cm²のニードルパンチを施し、130℃のオーブンで熱処理を行いシート化した。この不織布シートを150℃のオーブンで加熱した後、冷却された金型でプレスし、カップ状に成形した。前記のカップ状帯電フィルタを、バックアップフィルタ層側が接するように、このカップ状に成形された不織布シートと重ね、周囲を約3mm幅の

連続線状に超音波溶着することにより、帯電フィルタの各層とカップ状に成形された不織布シートを一体化し、成形マスクを得た。この成形マスクの粒子捕集効率と圧力損失（吸気抵抗値）を測定し、その結果を図5、6に示した。この成形マスクは実施例4と比較して圧力損失の上昇が大きかったが、粒子捕集の間、常に捕集効率が99.7～99.9%付近にあり、捕集能力に非常に優れていた。

【0047】

【発明の効果】本発明の帯電フィルタは、プレフィルタ層とメインフィルタ層とバックアップフィルタ層とが積層されており、前記プレフィルタ層は平均繊維度1～6 d t e x の繊維が絡合された単位面積当たりの質量40～120 g/m²の帯電不織布からなり、前記メインフィルタ層は平均繊維径10 μm以下の繊維からなる帯電不織布からなり、前記バックアップフィルタ層は平均繊維度1～6 d t e x の繊維が絡合された単位面積当たりの質量100～300 g/m²である帯電不織布からなり、バックアップフィルタ層の単位面積当たりの質量がプレフィルタ層の単位面積当たりの質量よりも大きいので、粒子捕集に伴う電荷の中和による粒子捕集効率の低下が小さく、高い捕集効率が継続して得られ、しかも初期の圧力損失が低い優れたものである。

【0048】とくに、バックアップフィルタ層にポリオレフィン系繊維とアクリル系繊維とを含む帯電不織布を*

* 用いた場合には、比較的低い圧力損失で高い粒子捕集効率を得られる。

【0049】また、バックアップフィルタ層が補強シートによって補強されている場合には、形態安定性と強度に優れ、製造工程での取扱い性や、使用時の耐久性に優れる。

【0050】更には、本発明の帯電フィルタをカップ状に成形された不織布と積層したマスクは、吸気抵抗値が低く使用感に優れ、粒子捕集に伴う電荷の中和による粒子捕集効率の低下が小さく、高い捕集効率が継続して得られる優れたものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1及び比較例1～4の帯電フィルタの粒子捕集効率の粒子捕集に伴う経時的変化を示すグラフ。

【図2】実施例1及び比較例1～4の帯電フィルタの圧力損失の粒子捕集に伴う経時的変化を示すグラフ。

【図3】実施例1～3の帯電フィルタの粒子捕集効率の粒子捕集に伴う経時的変化を示すグラフ。

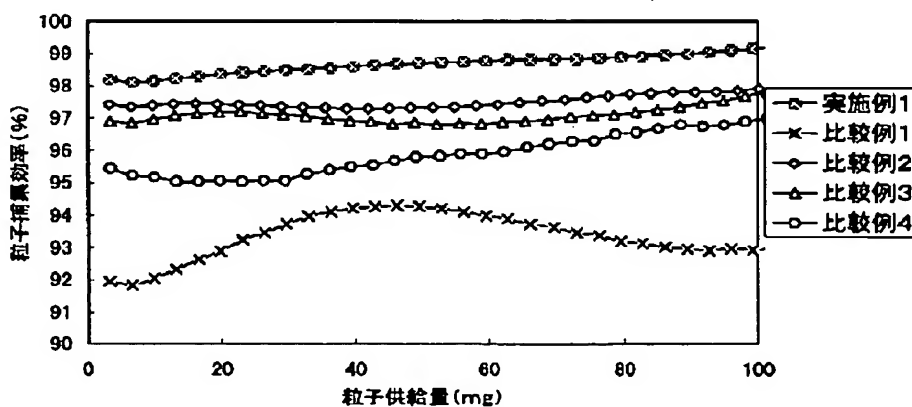
【図4】実施例1～3の帯電フィルタの圧力損失の粒子捕集に伴う経時的変化を示すグラフ。

【図5】実施例4、5及び比較例5の成形マスクの粒子捕集効率の粒子捕集に伴う経時的変化を示すグラフ。

【図6】実施例4、5及び比較例5の成形マスクの圧力損失（吸気抵抗値）の粒子捕集に伴う経時的変化を示すグラフ。

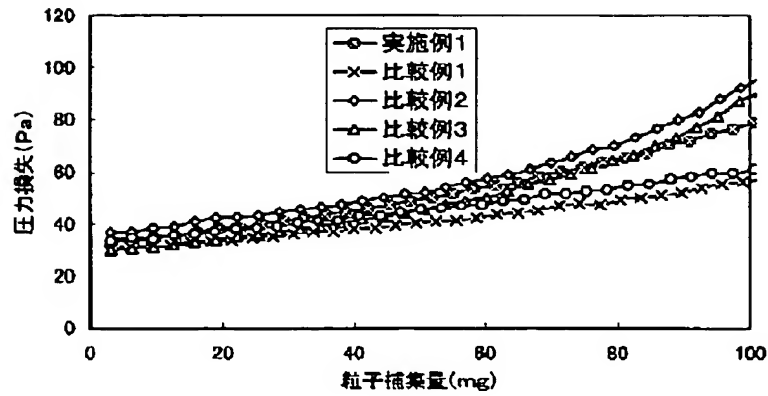
【図1】

粒子捕集効率



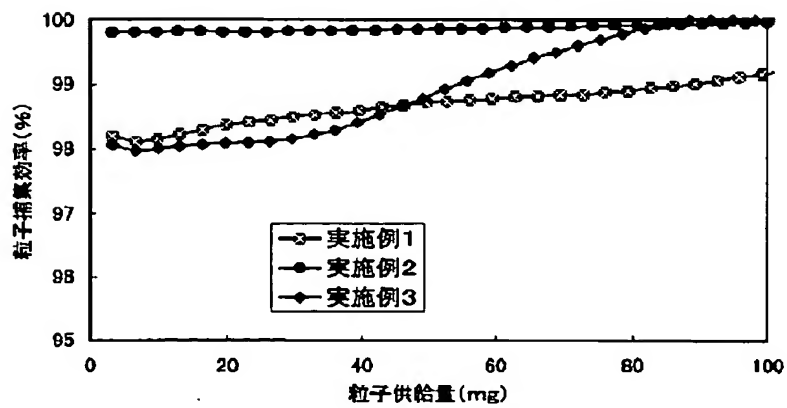
【図2】

压力損失



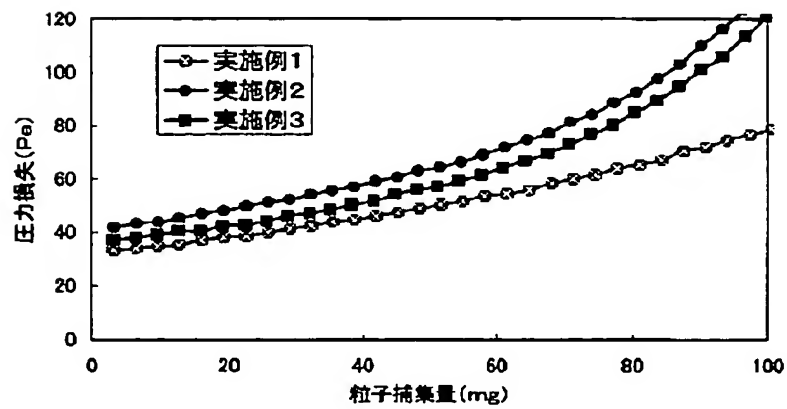
【図3】

粒子捕集効率



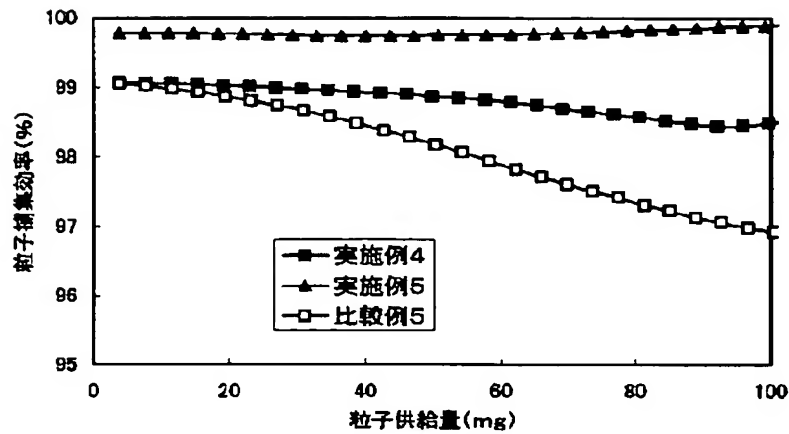
【図4】

压力損失



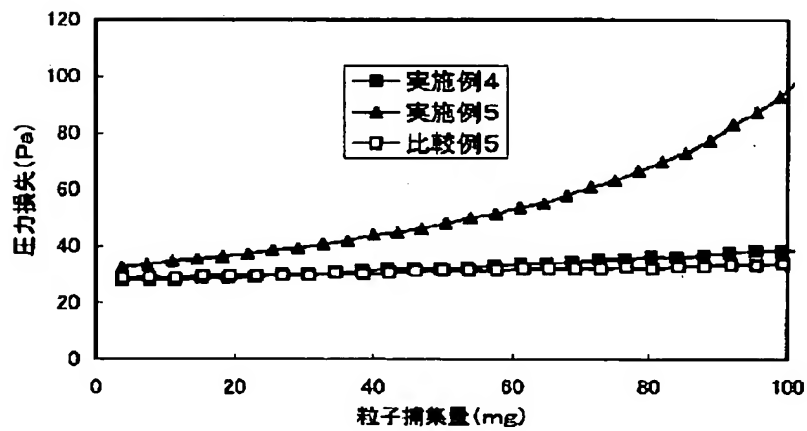
【図5】

粒子捕集効率



【図6】

圧力損失



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

D 0 4 H 1/42

3/16

F 2 4 F 7/013

識別記号

1 0 1

F I

D 0 4 H 1/42

3/16

F 2 4 F 7/013

ターマコード (参考)

W

1 0 1 G

F ターム(参考) 2E185 CB16 CB18
4D019 AA01 BA13 BB03 BB10 BC01
4D054 AA11 BC16
4F100 AK03A AK03C AK07 AK25A
AK25C AT00D BA03 BA04
BA10A BA10C BA32 DG15A
DG15B DG15C DG18A DG18C
EC09A GB56 JA13A JA13C
JD02 JG03A JG03B JG03C
JL00 YY00A YY00B YY00C
4L047 AA14 AA17 AA28 AB07 BA03
BA04 BA14 CA05 CA19 CB08
CB10 CC12